

明 細 書

冷蔵庫

技術分野

[0001] 本発明は、スターリング冷凍機および圧縮機を備える冷蔵庫に関する。

背景技術

- [0002] 従来の冷蔵庫は、圧縮機を用いた冷凍サイクルが採用されている。圧縮機は、冷凍サイクルの作動冷媒を凝縮するために用いられ、凝縮された作動冷媒は、膨張部で減圧しながら膨張して蒸発器に送られる。蒸発器は、作動冷媒が内部で蒸発することによって低温になる。蒸発器は冷蔵庫の内部に配置され、蒸発器によって冷蔵庫の内部が低温に保たれる。この作動冷媒には、代替冷媒（HFC冷媒）やハイドロカーボン（HC冷媒）が用いられている。
- [0003] 圧縮機を用いた冷凍サイクルの代わりに、逆スターリングサイクルを利用したスターリング冷凍機を用いる冷蔵庫が提案されている（たとえば、特開2000-18748号公報）。その他に、スターリング冷凍機と圧縮機とを併用した冷蔵庫が提案されている。
- [0004] 図4に、スターリング冷凍機および圧縮機を備える冷蔵庫のうち、特開2000-337747号公報に開示されている冷蔵庫の概略断面図を示す。この冷蔵庫は、冷蔵室21と冷凍室22とに分かれており、冷凍室22が上側に冷蔵室21が下側にそれぞれ配置されている。冷蔵室21の底部の奥側には、圧縮機11が配置されている。圧縮機11で圧縮された冷媒は、第1循環回路5を通過して、熱交換器29に送られる。圧縮機11から熱交換器29までの間に、冷媒の冷却および膨張が行なわれる（図示せず）。熱交換器29に到達した冷媒は、熱交換器29の内部で蒸発するとともに、その潜熱によって熱交換器29の冷却が行なわれる。冷蔵室蒸発器で蒸発した冷媒は、第1循環回路5を通過して圧縮機11に戻り再び圧縮される。
- [0005] 冷蔵室21の奥側には、冷蔵室21の空気を循環させるための冷蔵室循環通路8が形成されている。熱交換器29は、冷蔵室循環通路8の内部に配置されている。また、冷蔵室循環通路8の内部には、冷蔵室冷却ファン23が配置されている。冷蔵室冷却ファン23が駆動することによって、冷蔵室循環通路8の内部には、空気の流れが発

生する。図4においては、冷蔵室循環通路8の下側から冷蔵室21の空気が入り、冷蔵室循環通路8に形成された出口から冷蔵室21に放出される。冷蔵室21内部の空気は、冷蔵室循環通路8を通過する際に、熱交換器29に接触して冷やされる。冷蔵室循環通路8から出てくる空気は、冷却された温度の低い空気となっており、この空気の流れによって冷蔵室21に保存されている物を冷却する。

[0006] 冷蔵庫の上部の奥側には、スターリング冷凍機1が配置されている。スターリング冷凍機1は、シリンダ内部をピストンが往復運動することにより、作動媒体が圧縮空間と膨張空間との間を移動して、圧縮および膨張が繰返し行なわれる装置である。作動媒体としては、ヘリウムガス、水素ガスまたは窒素ガスなどが充填されている。圧縮空間で圧縮された作動媒体は高温であり、高温放熱部2において外界の空気により冷却される。冷却された作動媒体は、膨張空間に送られて膨張する。作動媒体は、膨張空間で膨張することによって低温になる。低温になった作動媒体によって低温吸熱部3が冷却される。低温吸熱部3の一部は、冷凍室22に露出するように形成され、冷凍室22は、低温吸熱部3によって冷却される。

[0007] 図4に示す冷蔵庫は、スターリング冷凍機1が配置されている冷蔵庫上部まで冷蔵室循環通路8が延在している。また、冷蔵庫の上方まで冷気を送るための送風ファン25が配置されている。この冷蔵庫は、送風ファン25が駆動することによって、熱交換器29で冷却された空気の一部を、スターリング冷凍機1の高温放熱部まで送風できるように構成されている。高温放熱部2は、この低温の空気によって冷却される。高温放熱部2を冷却した空気は、冷蔵庫の背面に形成された排気口26を通して外に排気される。

[0008] この冷蔵庫は、スターリング冷凍機1により冷却される冷凍室22と熱交換器29により冷却される冷蔵室21とを有するので、それぞれの冷却室を用途に分けて使用することができて、使い勝手のよい冷蔵庫を得ることができる、というものである。また、熱交換器29によって冷却された冷蔵室循環通路8の空気によって、スターリング冷凍機1の高温放熱部2を冷却することができ、その結果、スターリング冷凍機1の冷却効率が向上する、というものである。

特許文献1:特開2000-18748号公報(第4-5頁、第1-6図)

特許文献2:特開2000-337747号公報(第3-4頁、第1-2図)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0009] 圧縮機による冷凍サイクルのみを用いた冷蔵庫においては、冷凍サイクルの温度が -30°C 以下の極低温域になると、冷媒蒸気の比容積と圧縮比とが大きくなって冷凍能力が極端に低下する。したがって、極低温冷凍を行なう冷蔵庫に適用することは困難である。
- [0010] スターリング冷凍機のみを備える冷蔵庫は、極低温域の冷凍にも対応することができるが、 -30°C 以下の冷気を $0-5^{\circ}\text{C}$ の冷蔵室の冷却に利用すると、冷蔵庫全体での消費電力が増大するという問題がある。また、圧縮機による冷凍サイクルを利用する冷蔵庫と異なり、スターリング冷凍機の高温放熱部の熱を直接的に冷蔵庫のドアパッキン部分の発露防止やドレン水の処理に利用することは困難である。スターリング冷凍機の高温放熱部の熱をヒートパイプや二次冷媒循環ポンプなどを用いて、ドアパッキン部分やドレン皿の加熱に利用することもできるが、熱交換の効率が悪いためにシステムCOP(エネルギー消費効率:Coefficient of Performance)が低下してしまう。
- [0011] 一方、特開2000-337747号公報の冷蔵庫は、圧縮機による冷凍サイクルで発生した低温の空気を、直接的にスターリング冷凍機の高温放熱部の冷却に利用して、スターリング冷凍機の高温放熱部の冷却効率を向上している。しかし、この冷蔵庫は、空気の伝熱係数が低いために熱交換の効率が悪く、多くの冷気を環境に放出してしまって、システムCOPが悪化するという問題があった。また、圧縮機による冷凍サイクルの熱交換器で空気を冷やして、冷やされた空気でスターリング冷凍機の高温放熱部を冷却するため、スターリング冷凍機の高温放熱部の温度が下がるまでに時間がかかってしまい、冷凍室の急冷には不向きであるという問題があった。
- [0012] 本発明の目的は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、低消費電力で、極低温冷凍が可能である冷蔵庫を提供することを目的とする。
- 課題を解決するための手段
- [0013] 本発明に基づく冷蔵庫は、高温放熱部および低温吸熱部を含み、冷凍室を冷却するスターリング冷凍機と、冷蔵室蒸発器を含む第1循環回路で第1冷媒を循環させ

るための圧縮機とを備える。高温放熱部は、第1循環回路に接触している。この構成を採用することにより、スターリング冷凍機の高温放熱部を効率的に冷却することができ、低消費電力で極低温冷凍が可能な冷蔵庫を提供することができる。

[0014] 上記発明において好ましくは、高温放熱部は、第1循環回路のうち、冷蔵室蒸発器から圧縮機に戻る途中の配管に接触している。この構成を採用することにより、簡単な構成で、高温放熱部を第1循環回路に接触させることができる。

[0015] 上記発明において好ましくは、高温放熱部は、第1循環回路のうち、冷蔵室蒸発器から圧縮機に戻る途中に形成された放熱部冷却用蒸発器に接触している。この構成を採用することにより、高温放熱部と第1循環回路の接触面積を大きくすることができ、さらに効率よく高温放熱部を冷却することができる。

[0016] 上記発明において好ましくは、冷蔵室蒸発器の冷熱を冷蔵室に送るための冷蔵室冷却ファンを備え、冷凍室の温度が設定値以上になったことを検知して、冷蔵室冷却ファンを停止する制御手段を備える。この構成を採用することにより、冷凍室の温度が高くなった場合においても、冷凍室を急冷することができる。

[0017] 上記発明において好ましくは、第1循環回路は、主回路と補助回路とを含み、補助回路は、補助冷媒膨張部と補助冷媒膨張部より下流側に形成された放熱部冷却用蒸発器とを有し、入口が主回路の圧縮機から冷蔵室蒸発器に向かう配管に形成された分岐手段に接続され、高温放熱部は、放熱部冷却用蒸発器に接触している。この構成を採用することにより、第1冷媒の一部を、高温放熱部を冷却するために用いることができ、高温放熱部をさらに効率よく冷却することができる。

[0018] 上記発明において好ましくは、分岐手段として、冷蔵室蒸発器に向かう側及び放熱部冷却用蒸発器に向かう側がそれぞれ開閉可能な三方弁が配置されている。この構成を採用することにより、分岐手段を容易に形成することができる。また、冷蔵室蒸発器に向かう第1冷媒または放熱部冷却用蒸発器に向かう第1冷媒を必要に応じて遮断して、消費電力を節減することができる。

[0019] 上記発明において好ましくは、冷蔵室の温度が設定値以下になったことを検知して、三方弁の冷蔵室蒸発器に向かう側を閉にする制御手段を含む。この構成を採用することにより、冷蔵室を冷やす必要がないときに、冷蔵室蒸発器に向かう第1冷媒の

流れを遮断して、消費電力を節減することができる。

[0020] 上記発明において好ましくは、冷凍室の温度が設定値以下になったことを検知して、三方弁の放熱部冷却用蒸発器に向かう側を閉にする制御手段を含む。この構成を採用することにより、冷凍室の冷却が不要なときに、放熱部冷却用蒸発器に向かう第1冷媒の流れを遮断して、消費電力を節減することができる。

[0021] 上記発明において好ましくは、冷凍室の温度が設定値以上になったことを検知して、三方弁の冷蔵室蒸発器に向かう側を閉にして、さらに、放熱部冷却用蒸発器に向かう側を開にする制御手段を含む。この構成を採用することにより、放熱部冷却用蒸発器の冷却能力を大きくすることができて、冷凍室を急冷することができる。

[0022] 上記発明において好ましくは、冷蔵室蒸発器の冷熱を冷蔵室に送るための冷蔵室冷却ファンを備え、三方弁の冷蔵室蒸発器に向かう側が閉の状態で、冷蔵室の湿度を検知して、冷蔵室冷却ファンを回転させる制御手段を含む。この構成を採用することにより、冷蔵室蒸発器の周りに付いている霜を蒸発させることができ、冷蔵室の湿度を高く維持することができる。

[0023] 上記発明において好ましくは、冷蔵室蒸発器の温度が設定値以下になったことを検知して、圧縮機の回転数を下げるとともに、スターリング冷凍機の出力を上昇させる制御手段を含む。この構成を採用することにより、冷蔵室蒸発器の周りに付いた霜を取除くことができ、冷蔵室蒸発器の周りに形成されていた除霜用ヒータが不要になる。よって、装置の構成が簡単になるとともに消費電力を節減することができる。

[0024] 上記発明において好ましくは、外気温度と冷蔵室の温度に対応して、圧縮機の回転数を制御する制御手段を含む。この構成を採用することにより、圧縮機の余分な負荷を含む状態での運転を防止することができ、消費電力の節減に寄与することができる。

発明の効果

[0025] 本発明によれば、スターリング冷凍機の高温放熱部を効率良く冷却することができ、極低温冷凍が可能な低消費電力の冷蔵庫を提供することができる。

[0026] また、スターリング冷凍機の低温吸熱部が極低温の状態においても高い出力を得ることができ、冷凍室の極低温冷却を長時間にわたって持続することや冷凍室の急

速冷凍を可能にした冷蔵庫を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0027] [図1]本発明に基づく実施の形態1における冷蔵庫の冷却回路の説明図である。
[図2]本発明に基づく実施の形態1における冷蔵庫の概略断面図である。
[図3]本発明に基づく実施の形態2における冷蔵庫の冷却回路の説明図である。
[図4]従来の技術に基づく冷蔵庫の概略断面図である。

符号の説明

- [0028] 1 スターリング冷凍機、2 高温放熱部、3 低温吸熱部、4 冷凍室蒸発器、5 第1循環回路、6 第2循環回路、7a 主回路、7b 補助回路、8 冷蔵室循環通路、9 冷凍室循環通路、11 圧縮機、12 冷蔵室蒸発器、13a 冷媒膨張部、13b 補助冷媒膨張部、14 ドレン処理用冷媒パイプ、15 発露防止用冷媒パイプ、16 冷媒凝縮パイプ、17 第1循環らせん部、18 第2循環らせん部、19 放熱部冷却用蒸発器、20 三方弁、21 冷蔵室、22 冷凍室、23 冷蔵室冷却ファン、24 冷凍室冷却ファン、25 送風ファン、26 排気口、27, 28 仕切り板、29 熱交換器。

発明を実施するための最良の形態

- [0029] 図1および図2を参照して、本発明に基づく実施の形態1における冷蔵庫について説明する。
- [0030] 図1は、本実施の形態における冷蔵庫の冷却回路の説明図である。本冷蔵庫は、圧縮機11を含む冷凍サイクルとスターリング冷凍機1とを備える。冷却回路は、第1循環回路5と第2循環回路6とを含む。第1循環回路5の内部には第1冷媒としてのH₂C冷媒が、第2循環回路6の内部には第2冷媒としての二酸化炭素が充填されている。
- [0031] 第1循環回路5は、第1冷媒が圧縮機11によって圧縮されて、矢印31に示すように冷蔵室蒸発器12に送られた後に、矢印32に示すように第1循環らせん部17を通過して圧縮機11に戻るよう形成されている。スターリング冷凍機1は高温放熱部2と低温吸熱部3とを含み、内部には、ヘリウム、窒素または水素ガスなどが封入されている。第2循環回路6は、第2循環らせん部18で低温吸熱部3に接触するよう形成され、第2冷媒が矢印33に示すように冷凍室蒸発器4に送られたのちに、矢印34に示す

ように、第2循環らせん部18に戻るように形成されている。

[0032] 第1循環回路5の圧縮機11の出口から冷蔵室蒸発器12の入口の間には、ドレン処理用冷媒パイプ14、発露防止用冷媒パイプ15、冷媒凝縮パイプ16および冷媒膨張部13aが直列に配置されている。冷媒膨張部13aには、キャピラリチューブ(細管)型のものや膨張弁などが用いられる。冷蔵室蒸発器12の出口と圧縮機11の入口の間には、第1循環回路5の配管がらせん状に形成された第1循環らせん部17が形成されている。第1循環らせん部17は、スターリング冷凍機1の高温放熱部2を取囲んで接触するように形成されている。第2循環回路6の第2循環らせん部18は、スターリング冷凍機1の低温吸熱部3の周りに、低温吸熱部3に接触するように形成されている。

[0033] 図2に、本実施の形態における冷蔵庫の概略断面図を示す。本実施の形態における冷蔵庫は、冷蔵室21および冷凍室22を備え、上側が冷蔵室21、下側が冷凍室22である。圧縮機11は、冷蔵庫の下部の奥側に配置されている。スターリング冷凍機1は、冷蔵庫の上部の奥側に配置されている。スターリング冷凍機1は、冷蔵室21と隔離されて配置されている。冷凍室22の奥側には、仕切り板28が配置され、冷凍室循環通路9が形成されている。冷凍室循環通路9の内部には、冷凍室蒸発器4および冷凍室冷却ファン24が配置されている。冷蔵室21の奥側には、仕切り板27が配置されて、冷蔵室循環通路8が形成されている。また、仕切り板27によって、冷蔵室21が上下に分割されている。冷蔵室循環通路8の内部には、冷蔵室蒸発器12および冷蔵室冷却ファン23が配置されている。

[0034] 圧縮機11に接続された第1循環回路5は、冷蔵庫の底部を通り、冷蔵庫の前方に導かれる。前方に導かれた第1循環回路5は、冷蔵庫の側面に形成された側板の内側を通して再び後方に導かれ、冷蔵室蒸発器12の入口に接続されている。ドレン処理用冷媒パイプ(図示省略)は、冷蔵庫の底部に配設されている。発露防止用冷媒パイプ(図示省略)は、冷蔵庫の開口周縁部に配設されている。冷媒凝縮パイプ(図示省略)は、側板の内側に蛇行状に貼り付けて配設されている。冷媒膨張部(図示省略)はキャピラリチューブからなり、冷媒凝縮パイプと冷蔵室蒸発器12との間に配設されている。冷蔵室蒸発器12の出口に接続された第1循環回路5は、上方に配置

されているスターリング冷凍機1の高温放熱部2に接触している第1循環らせん部17(図1参照)を経由して圧縮機11に戻るように形成されている。

[0035] 第2循環回路6は、冷蔵庫の後方に形成されている。スターリング冷凍機1の低温吸熱部3に接触している第2循環らせん部18(図1参照)を出た第2循環回路6は、冷凍室循環通路9に配設された冷凍室蒸発器4の入口に接続されている。冷凍室蒸発器4の出口に接続された第2循環回路6は、第2循環らせん部18(図1参照)の入口に接続されている。

[0036] 第1冷媒は、圧縮機11を出たのちに、ドレン処理用冷媒パイプ14、発露防止用冷媒パイプ15および冷媒凝縮パイプ16を通して、冷媒膨張部13aに送られる。圧縮機11で凝縮された第1冷媒は、温度が上昇しており、ドレン処理用冷媒パイプ14、発露防止用冷媒パイプ15および冷媒凝縮パイプ16を通ることによって冷却される。ドレン処理用冷媒パイプ14は、冷蔵庫のドレン水を蒸発させ、発露防止用冷媒パイプ15は、冷蔵庫のドアパッキン及び周縁部の発露を防止する。冷媒凝縮パイプ16は、冷蔵庫の側板を介して、第1冷媒の熱を冷蔵庫の外部に放出する。これらの熱交換によって、冷媒膨張部13aに到達するまでに第1冷媒が冷却され凝縮される。本実施の形態においては、説明の便宜上、それぞれの放熱パイプは1つずつ直線状に形成されて、直列に連結しているが、それぞれが曲線状の部分を含んだ並列の回路を含み、複数個形成されていてもよい。

[0037] 第1循環回路5を流れて冷却された第1冷媒は、冷媒膨張部13aにおいて減圧しながら膨張し、2相状態で冷蔵室蒸発器12に送られる。冷蔵室蒸発器12は第1冷媒が蒸発する際の潜熱によって低温になる。冷蔵室蒸発器12を出た第1冷媒は、図1において矢印32に示すように、第1循環らせん部17に送られる。第1循環らせん部17が、スターリング冷凍機1の高温放熱部2に接触していることによって、高温放熱部2が冷却される。その後に、圧縮機11に戻され再び圧縮される。

[0038] 圧縮機11が運転を開始すると、第1循環回路5の内部の第1冷媒が循環を開始するとともに、冷蔵室蒸発器12が低温になる。冷蔵室冷却ファン23を駆動することによって、矢印41, 42, 43に示す空気の流れが発生する。冷蔵室21の空気は、冷蔵室循環通路8の内部に流入して、冷蔵室蒸発器12によって冷却され、その後に冷蔵室

21に戻される。本実施の形態においては、冷蔵室21は、仕切板27によって上下の2段に分かれているので、冷蔵室21の内部では、矢印43に示すように、冷蔵室21の上段から下段に向かった空気の流れが生じる。このように、冷蔵室蒸発器12で冷却された空気は、冷蔵室21の内部を循環して、冷蔵室21の内部全体を冷却する。

[0039] 一方で、冷凍室22を冷却するために、スターリング冷凍機1を起動する。スターリング冷凍機1が起動すると、高温放熱部2の温度が上昇するとともに低温吸熱部3の温度が下降する。低温吸熱部3の周りに形成されている第2循環らせん部18(図1参照)が冷却されて、内部の第2冷媒が凝縮される。第2冷媒は、下方に配置された冷凍室蒸発器4に向かって下降する。冷凍室蒸発器4に流入した第2冷媒が冷凍室蒸発器4の内部で蒸発して、冷凍室蒸発器4が低温になる。冷凍室蒸発器4を出た第2冷媒は、自然循環の作用によって、鉛直方向上側に形成されている第2循環らせん部18に向かって移動し、再び冷やされて凝縮される。このように、第2冷媒は、第2循環回路6の内部を循環しながら冷凍室蒸発器4を低温にする。

[0040] 冷凍室冷却ファン24が駆動されることによって、冷凍室循環通路9の内部に矢印44に示すように冷凍室の空気が流入する。流入した空気は、冷凍室蒸発器4と熱交換を行なって、低温の空気になる。この後に、矢印45に示すように冷凍室22の内部に放出され、冷凍室22の内部が冷却されて極低温の状態を維持することができる。

[0041] スターリング冷凍機1が駆動すると、高温放熱部2の温度は上昇する。本実施の形態における冷蔵庫では、高温放熱部2は、第1循環回路5の冷蔵室蒸発器12から圧縮機11に戻る途中の配管に接触している。この構成を採用することによって、高温放熱部2を強制的に第1循環回路5の冷熱で冷却することができ、熱交換を速やかに、かつ効率よく行なうことができる。この結果、スターリング冷凍機1の消費電力を下げることができて、システムCOPを向上させることができる。また、スターリング冷凍機の低温吸熱部が極低温の状態においても高い出力を得ることができ、冷凍室の極低温冷却を長時間にわたって持続することができる。

[0042] 本実施の形態においては、高温放熱部2と第1循環回路5との接触部に、第1循環らせん部17(図1参照)を形成したが、特にこの形態に限られず、第1循環回路5と高温放熱部2とが大きな面積で接触できればよい。または、第1循環らせん部17の代わ

りに蒸発器を形成して、第1冷媒を再び蒸発させて、その潜熱によって高温放熱部2を冷却してもよい。すなわち、高温放熱部2の周りに接触するように放熱部冷却用蒸発器を形成してもよい。蒸発器を形成することによって、効率よく、高温放熱部2との熱交換を行なうことができる。また、高温放熱部2との接触面積を大きくすることができ、さらに熱交換の効率を向上させることができる。

[0043] 本実施の形態においては、低温吸熱部3と第2循環回路6との接触部に、第2循環らせん部18(図1参照)を形成したが、特にこの形態に限られず、低温吸熱部3と第2循環回路6との熱交換ができればよい。たとえば、第2循環らせん部18の代わりに、凝縮器を形成して低温吸熱部3に密着させてもよい。凝縮器を形成することによって、効率よく低温吸熱部3との熱交換を行なうことができる。または、第2循環回路において、配管や冷凍室蒸発器の代わりにヒートパイプやヒートシンクなどの熱伝達手段を用いてもよい。

[0044] 本実施の形態における冷蔵庫は、冷凍室22の温度が設定値以上になったことを検知して、冷蔵室冷却ファン23を停止する制御手段を備えている。たとえば、冷凍室22の扉を長時間開放するなどによって、冷凍室22の温度が上昇して冷凍室22を急冷する必要が生じた場合を想定する。この場合、冷凍室22の温度を検知して、冷蔵室冷却ファン23が停止することによって、冷蔵室蒸発器12の周りでの熱交換が自然対流によるものとなり、あまり熱交換が行なわれなくなる。その結果、第1循環回路5全体の温度が下降して、第1循環らせん部17においてスターリング冷凍機1の高温放熱部2をより強力に冷却することができる。この結果、低温吸熱部3の冷却能力も向上させることができ、冷凍室21内部を急冷することができる。

[0045] また、本実施の形態における冷蔵庫は、冷蔵室蒸発器12の温度が設定値以下になったことを検知して、圧縮機11の回転数を下げるとともに、スターリング冷凍機1の出力を上昇させる制御手段を含んでいる。冷蔵室蒸発器12の温度が下がり過ぎると、冷蔵室蒸発器12の周りに霜が発生する。この場合に、圧縮機11の回転数が下がると、第1循環回路5の第1冷媒の温度は上昇する。したがって、冷蔵室蒸発器12の温度も上昇する。加えて、スターリング冷凍機1の出力が上昇すると、高温放熱部2の温度が上昇するとともに、第1循環らせん部17の温度も上昇する。すなわち、スターリ

ング冷凍機の出力を上昇させることによって、第1冷媒の温度を上げることを促進できる。このような制御手段を含むことによって、冷蔵室蒸発器12の周囲に付いた霜を除去することができる。この結果、冷蔵室蒸発器12に取り付けられていた徐霜用ヒータが不要となり、装置の構成が簡単になるとともに、消費電力を節減することができる。

[0046] また、本実施の形態における冷蔵庫は、外気温度(冷蔵庫周辺の雰囲気温度)と冷蔵室の温度を検知し、外気温度と冷蔵室の温度に対応して、圧縮機の回転数を制御する手段を含んでいる。この構成を採用することによって、効率良く冷却が行なわれる結果、消費電力の節減に寄与する。

[0047] 本実施の形態においては、第1冷媒にはHC冷媒が使用されており、第2冷媒には、二酸化炭素が使用されている。これらの冷媒を使用することによって、地球環境を破壊するおそれのあるフロンなどを用いずに、本発明に基づく冷蔵庫を提供することができる。

[0048] 図3を参照して、本発明に基づく実施の形態2における冷蔵庫について説明する。図3は、本実施の形態における冷蔵庫の冷却回路の説明図である。

[0049] 圧縮機11に接続された冷蔵室蒸発器12およびスターリング冷凍機1に接続された冷凍室蒸発器4を備えることは実施の形態1における冷蔵庫と同様である。圧縮機11、スターリング冷凍機1、冷蔵室蒸発器12および冷凍室蒸発器4の冷蔵庫内の位置についても実施の形態1と同様である。

[0050] 本実施の形態における第1循環回路5は、主回路7aと補助回路7bとを含む。主回路7aは、圧縮機11、ドレン処理用冷媒パイプ14などの放熱器、冷媒膨張部13aおよび冷蔵室蒸発器12を循環する回路である。冷蔵室12を出た第1冷媒は、圧縮機11に直接戻される。補助回路7bの入口は、主回路7aの圧縮機11から冷蔵室蒸発器12に向かう配管に形成された分岐手段としての三方弁20に接続されている。補助回路7bの出口は、主回路7aの冷蔵室蒸発器12から圧縮機11に戻る途中に接続されている。補助回路7bは、主回路7aの第1冷媒を減圧しながら膨張させるための補助冷媒膨張部13b、スターリング冷凍機1の高温放熱部2に接触している放熱部冷却用蒸発器19を含む。放熱部冷却用蒸発器19は、補助冷媒膨張部13bの下流側に形成されている。補助回路7bは、冷蔵庫の背面に配置されている。

- [0051] 分岐手段としての三方弁20は、冷媒凝縮パイプ16と冷媒膨張部13aとの間に形成されている。三方弁20は、冷蔵室蒸発器12に向かう側または放熱部冷却用蒸発器19に向かう側がそれぞれ開閉可能な4モードを有するものが用いられている。本実施の形態における三方弁20は、それぞれの方向を全開または全閉の状態のみにする弁を用いているが、それぞれの方向の開度が調整可能なものが用いられていてもよい。
- [0052] 放熱部冷却用蒸発器19は、高温放熱部2に接触して取囲むように形成されている。スターリング冷凍機1の低温吸熱部3の周りには、低温吸熱部3を取囲むように低温吸熱部3に接触したらせん状の第2循環らせん部18が形成されている。第2循環回路6は、実施の形態1と同様に、第2冷媒が第2循環らせん部18と冷凍室蒸発器4との間を循環できるように形成されている。第1冷媒としてHC冷媒が用いられ、第2冷媒として二酸化炭素が用いられていることも実施の形態1と同様である。
- [0053] 本実施の形態における冷蔵庫は、冷蔵室21の温度が設定値以下になったことを検知して、三方弁20の冷蔵室蒸発器12に向かう側を閉にする制御手段を含んでいる。また、冷凍室22の温度が設定値以下になったことを検知して、三方弁20の放熱部冷却用蒸発器19に向かう側を閉にする制御手段を含んでいる。また、冷凍室22の温度が設定値以上になったことを検知して、三方弁20の冷蔵室蒸発器12に向かう側を閉にして、放熱部冷却用蒸発器19に向かう側を開にする制御手段を含んでいる。また、冷蔵室蒸発器12に向かう側が閉の状態、冷蔵室21の湿度を検知して、冷蔵室冷却ファン23を回転させる制御手段を含んでいる。
- [0054] その他の構成については、実施の形態1と同様であるのでここでは説明を繰返さない。
- [0055] 圧縮機11で圧縮された第1冷媒は、矢印35に示すように、ドレン処理用冷媒パイプ14などの放熱器を通して、冷媒膨張部13aで減圧しながら膨張して冷蔵室蒸発器12に送られる。第1冷媒は、冷蔵室蒸発器12で蒸発した後に、矢印36に示すように、圧縮機11に戻って再び圧縮される。冷蔵室蒸発器12で第1冷媒の潜熱を用いた冷却が行なわれることは実施の形態1と同様である。第2循環回路6の作用および効果については実施の形態1と同様である。

- [0056] 第1冷媒の一部は、冷媒凝縮パイプ16と冷媒膨張部13aとの間に形成された三方弁20によって補助回路7bに流入する。補助回路7bに流入した第1冷媒は、補助冷媒膨張部13bにおいて減圧しながら膨張して放熱部冷却用蒸発器19に送られて蒸発する。放熱部冷却用蒸発器19を出た第1冷媒は、主回路7aに合流して、圧縮機11に戻る。
- [0057] 補助冷媒膨張部13bで減圧しながら膨張した第1冷媒は2相状態である。この第1冷媒が、放熱部冷却用蒸発器19で蒸発することによって、放熱部冷却用蒸発器19が低温になる。放熱部冷却用蒸発器19がスターリング冷凍機1の高温放熱部2に接触していることによって、高温放熱部2が冷却される。この構成を採用することによって、第1冷媒の一部を利用して、スターリング冷凍機1の高温放熱部2を直接的に冷却することができ、熱効率を向上させることができる。よって、システムCOPを向上させることができる。また、スターリング冷凍機1の低温吸熱部3が極低温の状態においても高い出力を得ることができ、冷凍室22の極低温冷却を長時間にわたって持続することができる。
- [0058] 分岐手段として三方弁20を採用することによって、容易に分岐手段を形成することができる。また、冷蔵室蒸発器12に向かう側または放熱部冷却用蒸発器19に向かう側がそれぞれ開閉可能ものを採用することによって、必要に応じて冷蔵室蒸発器12または放熱部冷却用蒸発器19に向かう第1冷媒の流れを遮断することができ、消費電力の節減に寄与する。本実施の形態における三方弁20は、冷媒凝縮パイプ16と冷媒膨張部13aとの間に配置したが、特にこの形態に限られず、冷媒膨張部13aと圧縮機11との間の配管であれば、いずれの箇所においても配置することもできる。しかし、第1冷媒は、補助冷媒膨張部13bに達するまでに放熱器で十分に冷却されていることが好ましく、冷媒凝縮パイプ15などの放熱器の下流側に配置されることが好ましい。
- [0059] 冷蔵室21の温度が設定値以下になったことを検知して、三方弁20の冷蔵室蒸発器12に向かう側を閉にする制御手段を含むことによって、冷蔵室の冷却が不要な場合に冷蔵室21の冷却を中断して圧縮機11の負荷を下げることができ、消費電力の節減に寄与することができる。また同様に、冷凍室22の温度が設定値以下になった

ことを検知して、三方弁20の放熱部冷却用蒸発器19に向かう側を閉にする制御手段を含むことによって、冷凍室22の冷却が不要なときに、スターリング冷凍機1の高温放熱部2の冷却を中断して圧縮機11の負荷を下げることができ、消費電力の節減に寄与することができる。

[0060] また、本実施の形態における冷蔵庫は、冷凍室22の扉を長時間開放した場合などの冷凍室22の温度が設定値以上になった場合には、三方弁20の冷蔵室蒸発器12に向かう側を閉にして、放熱部冷却用蒸発器19に向かう側を開にする制御手段を含んでいる。この制御手段を含むことによって、第1冷媒を冷蔵室蒸発器12の側に流すことを中断して、第1冷媒の冷却能力を全てスターリング冷凍機1の高温放熱部2の冷却に用いることができる。よって、スターリング冷凍機1の高温放熱部2をより低温で冷却することができ、スターリング冷凍機1の低温吸熱部3の冷却能力を大きくすることができる。その結果、冷凍室22を急冷することが可能である。

[0061] また、本実施の形態における冷蔵庫は、三方弁20の冷蔵室蒸発器12に向かう側が閉の状態、冷蔵室21の湿度を検知して、冷蔵室冷却ファン23を回転させる制御手段を含んでいる。冷蔵室21の冷却が不要な際に、冷蔵室冷却ファン23を回して冷蔵室蒸発器12の温度を上昇させることによって、冷蔵室蒸発器12の周りに付いた霜が部分的に蒸発して冷蔵室21を加湿することができる。

[0062] また、冷蔵室蒸発器12の温度が下がり過ぎて周りに霜ができた場合に、圧縮機11の回転数を下げるとともにスターリング冷凍機1の出力を上げて、除霜することは実施の形態1と同様である。また、外気温度と冷蔵室21の温度を検知し、外気温度と冷蔵室の温度に対応して、圧縮機11の回転数を制御する制御手段を含むことも実施の形態1と同様である。

[0063] その他の作用および効果については、実施の形態1と同様であるのでここでは説明を繰返さない。

[0064] なお、今回開示した上記実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。
産業上の利用可能性

[0065] 本発明は、スターリング冷凍機および圧縮機を備える冷蔵庫に適応されうる。

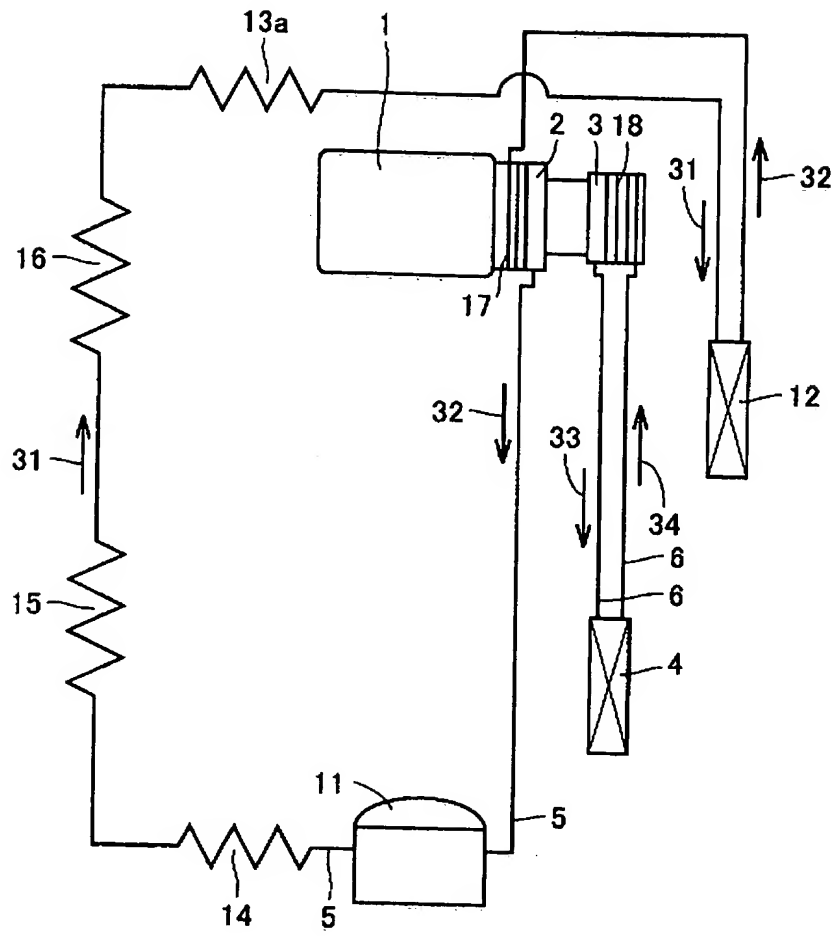
請求の範囲

- [1] 高温放熱部(2)および低温吸熱部(3)を含み、冷凍室(22)を冷却するスターリング冷凍機(1)と、
冷蔵室蒸発器(12)を含む第1循環回路(5)で第1冷媒を循環させるための圧縮機(11)と
を備え、
前記高温放熱部(2)は、前記第1循環回路(5)に接触している、冷蔵庫。
- [2] 前記高温放熱部(2)は、前記第1循環回路(5)のうち、前記冷蔵室蒸発器(12)から前記圧縮機(11)に戻る途中の配管に接触している、請求項1に記載の冷蔵庫。
- [3] 前記高温放熱部(2)は、前記第1循環回路(5)のうち、前記冷蔵室蒸発器(12)から前記圧縮機(11)に戻る途中に形成された放熱部冷却用蒸発器に接触している、請求項1に記載の冷蔵庫。
- [4] 前記冷蔵室蒸発器(12)の冷熱を冷蔵室(21)に送るための冷蔵室冷却ファン(23)を備え、
前記冷凍室(22)の温度が設定値以上になったことを検知して、前記冷蔵室冷却ファン(23)を停止する制御手段を備える、請求項1に記載の冷蔵庫。
- [5] 前記第1循環回路(5)は、主回路(7a)と補助回路(7b)とを含み、
前記補助回路(7b)は、補助冷媒膨張部(13b)と前記補助冷媒膨張部(13b)より下流側に形成された放熱部冷却用蒸発器(19)とを有し、入口が前記主回路(7a)の前記圧縮機(11)から前記冷蔵室蒸発器(12)に向かう配管に形成された分岐手段に接続され、
前記高温放熱部(2)は、前記放熱部冷却用蒸発器(19)に接触している、請求項1に記載の冷蔵庫。
- [6] 前記分岐手段として、前記冷蔵室蒸発器(12)に向かう側及び前記放熱部冷却用蒸発器(19)に向かう側がそれぞれ開閉可能な三方弁(20)が配置されている、請求項5に記載の冷蔵庫。
- [7] 前記冷蔵室(21)の温度が設定値以下になったことを検知して、前記三方弁(20)の前記冷蔵室蒸発器(12)に向かう側を閉にする制御手段を含む、請求項6に記載

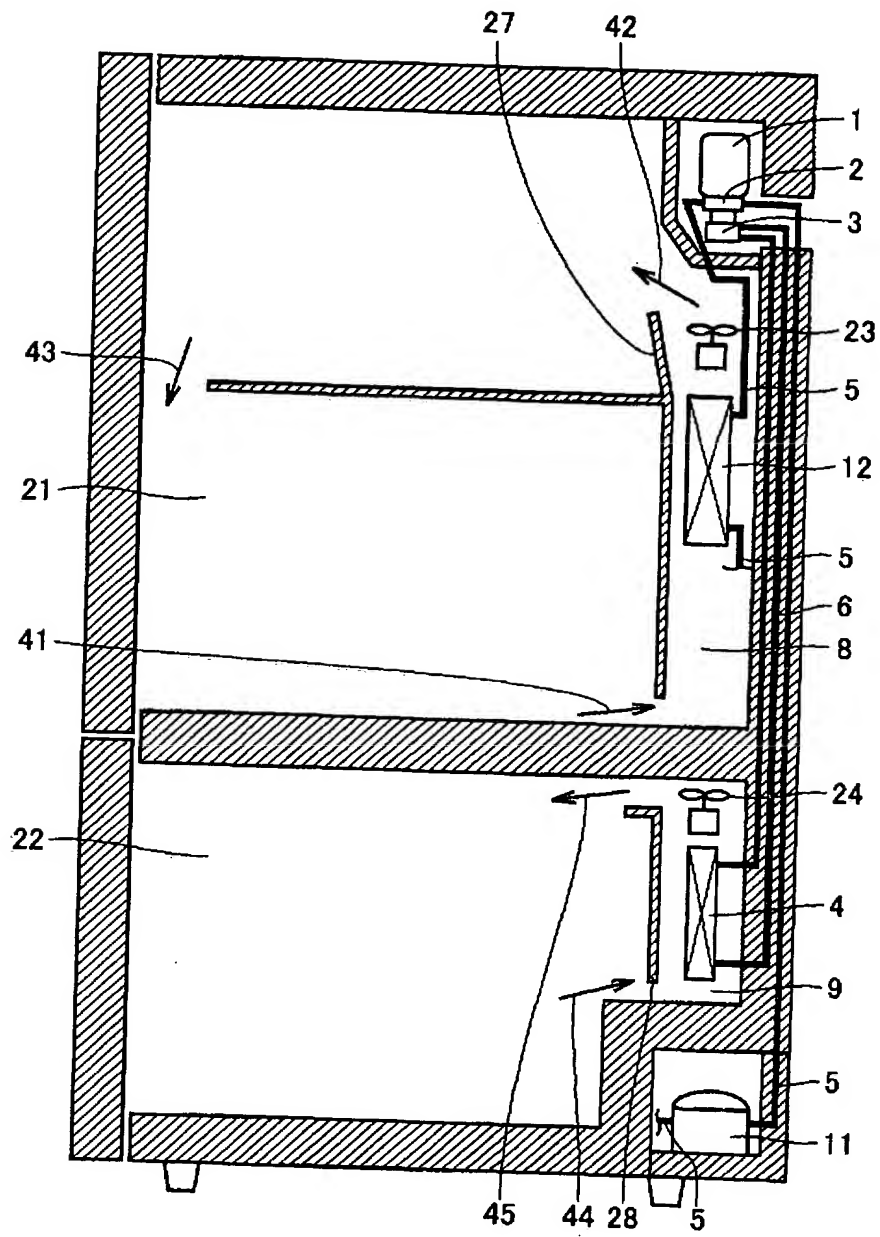
の冷蔵庫。

- [8] 前記冷凍室(22)の温度が設定値以下になったことを検知して、前記三方弁(20)の前記放熱部冷却用蒸発器(19)に向かう側を閉にする制御手段を含む、請求項6に記載の冷蔵庫。
- [9] 前記冷凍室(22)の温度が設定値以上になったことを検知して、前記三方弁(20)の前記冷蔵庫蒸発器(12)に向かう側を閉にして、前記放熱部冷却用蒸発器(19)に向かう側を開にする制御手段を含む、請求項6に記載の冷蔵庫。
- [10] 前記冷蔵庫蒸発器(12)の冷熱を冷蔵庫(21)に送るための冷蔵庫冷却ファン(23)を備え、
前記三方弁(20)の前記冷蔵庫蒸発器(12)に向かう側が閉の状態で、前記冷蔵庫(21)の湿度を検知して、前記冷蔵庫冷却ファン(23)を回転させる制御手段を含む、請求項6に記載の冷蔵庫。
- [11] 前記冷蔵庫蒸発器(12)の温度が設定値以下になったことを検知して、前記圧縮機(11)の回転数を下げるとともに、前記スターリング冷凍機(1)の出力を上昇させる制御手段を含む、請求項1に記載の冷蔵庫。
- [12] 外気温度と前記冷蔵庫(21)の温度に対応して、前記圧縮機(11)の回転数を制御する制御手段を含む、請求項1に記載の冷蔵庫。

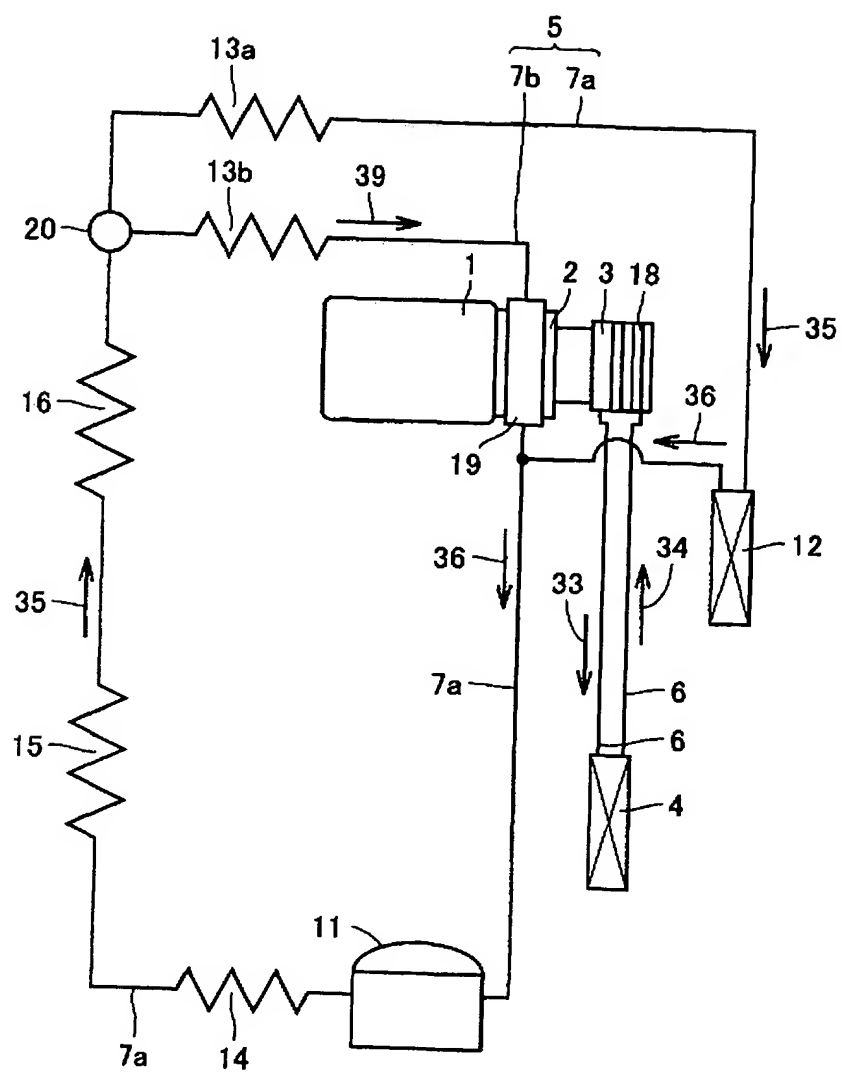
[図1]



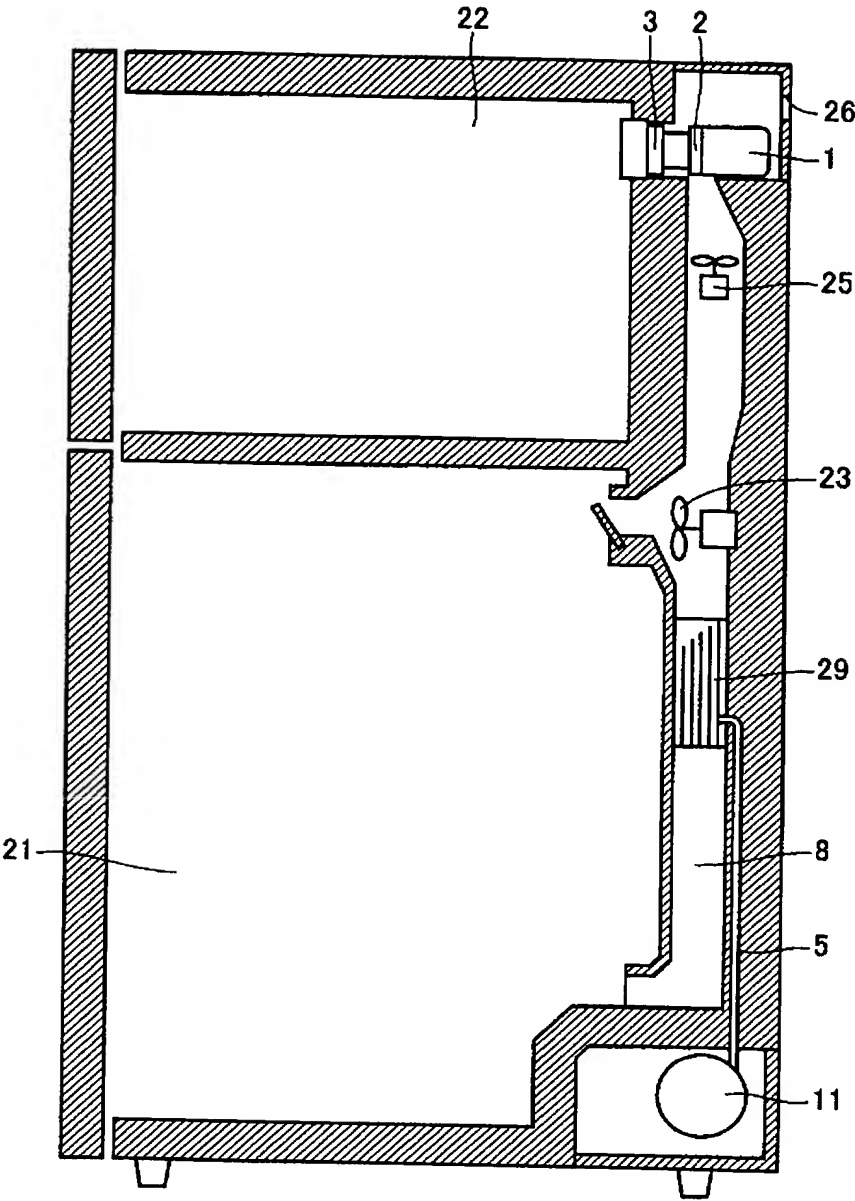
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007959

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F25D11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ F25D11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X P, A	JP 2004-101050 A (Sharp Corp.), 02 April 2004 (02.04.04), All pages (Family: none)	1-3 4-12
P, X P, A	JP 2004-20056 A (Sharp Corp.), 22 January 2004 (22.01.04),	1-3 4-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 September, 2004 (07.09.04)

Date of mailing of the international search report
21 September, 2004 (21.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F25D 11/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F25D 11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
PX PA	JP 2004-101050 A (シャープ株式会社) 200 4.04.02, 全頁 (ファミリーなし)	1-3 4-12
PX PA	JP 2004-20056 A (シャープ株式会社) 2004. 01.22	1-3 4-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.09.2004

国際調査報告の発送日

21.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長崎 洋一

3M

8610

電話番号 03-3581-1101 内線 3377